

18. 酪農におけるドローンを活用した遮熱塗料塗布の効果検証

西部振興局 1)地域農業振興課
○中島伸子・鳥羽菜摘・三宮千弘¹⁾

【背景・目的】

生乳の生産は、夏場は減少し冬場に増加する。例えば日田市では、2021年の6月から9月の月平均個体乳量は、年間を通した月平均と比べて43.7kg低い結果となっている。「大分県酪農振興計画」では6月から9月の月平均個体乳量を750kgまで上げることが目標として掲げられている(図1)。

夏場に減少する大きな要因は、暑熱による乳牛の体力低下であり、多くの酪農家で種々の対策がとられており、その1つとして屋根への遮熱塗料塗布がある(図2)。

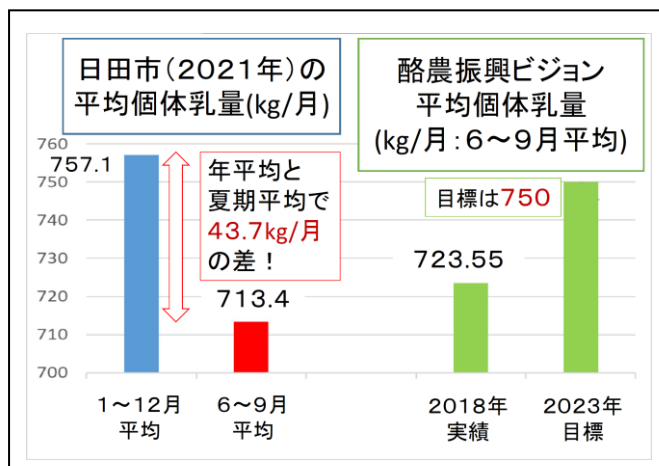


図1. 乳牛における暑熱ストレスの影響

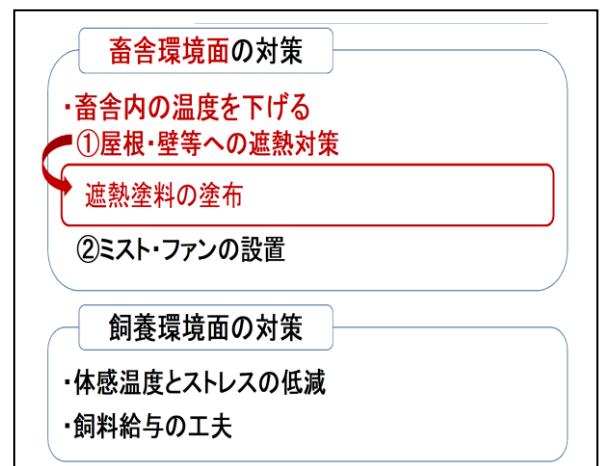


図2. 様々な暑熱対策

慣行の遮熱塗料の塗布は、屋根の補修、洗浄を行ってから遮熱塗料として石灰資材を吹き付けるという工法がとられている。この工法の1つ目のメリットは、屋根の補修、洗浄を行ってから塗布するため、効果が10年程度継続することである。そのため㎡あたりの施工単価が1,320円かかるものの、年当たりになると132円となりコストを抑えることができる。2つ目のメリットとして、取組がすでに普及しており、2019年の効果検証では、屋根裏温度において塗布部分と未塗布部分とで7.8℃の温度差が認められるなど、効果が実証されている。

一方で、デメリットとして、洗浄、遮熱塗料塗布作業では、作業者が屋根の全面を何度も移動する必要がある。そのため、老朽化したスレート屋根では屋根を破損する可能性があるため補修、補強が必要である。また、施工費用を一括で業者に支払うことになるため、現在の酪農情勢の中では難しい投資額となる。

そこで、古いスレート屋根へのドローンを活用した遮熱塗料塗布を、屋根の補修、

洗浄は行わず、ドローンの風圧によりゴミや苔の一部を除去して塗布する工法で試験的に実施し、その遮熱効果を検証するとともに、ドローンを所有する管内のD社が実施する場合のコストについても検証した。

【取組内容】

1) 事前準備

①遮熱塗料の検討

ドローンのノズルにつまらないことが前提となるため、畜舎用として用いられている石灰資材が使えないことから、ビニールハウス用遮熱塗料の中から2種類を候補とし、そのうち遮熱性、作業性、使用実績などからレディーヒートを選定した。効果の継続期間は1シーズン、3ヶ月から5ヶ月程度とされている(図3)。

②噴霧ノズルの検討

今回使用したドローンはDJI AGRAS T20で、タンク容量15ℓのものである。必要なバッテリーなどを含めて一式約300万円のもので、D社が元々所有していたドローンを使用している。このドローン機体に標準装備されていた通常ノズルよりも、より大きな液滴で噴霧できるシャワーノズルを使用した(図4)。

③塗料希釈濃度の検討

ビニールハウスに動噴で塗布する場合の希釈割合は1:5とされているが、シャワーノズルがつまらないように希釈割合を検討した結果、1:7.8の割合であればシャワーノズルが詰まらずに作業できることがわかった(図5)。

| | レディーヒート | ファインシェード |
|------------|---------|----------|
| 遮熱 | 0 | |
| 作業性 | 0 | |
| 価格 | | 0 |
| 管内使用実績(見込) | 0 | |

レディーヒートを選定
*効果は3~5ヶ月

【ドローン】
DJI AGRAS T20
タンク容量: 15ℓ
必要なバッテリー等を含め
約300万円/一式

【通常ノズル】
液滴サイズ
130
~250µm

【シャワーノズル】
液滴サイズ
177
~622µm

標準濃度: ハウスに動噴で塗布する場合
塗料: 水 = 1:5

シャワーノズルを使用しても詰まる

塗料 1/4缶 (=3.75kg≒3.4ℓ)
+水=30ℓ
塗料: 水 = 1:7.8

シャワーノズル使用可能

図3. 遮熱塗料の検討

図4. 噴霧ノズルの検討

図5. 塗料希釈濃度の検討

2) ドローンによる塗布

今回の工法では、最初にドローンの飛行の障害となるものを取り除く必要があったため、避雷針を支えるワイヤーを外す作業が行われた。その後、塗料を希釈、攪拌してドローンで塗布した。なお、400㎡の屋根を塗布するのに1缶、13.5ℓを使用しており、これは推奨使用量と同等の量である。この面積を塗布するために、ドローンの離着陸を10回行って重ね塗りした(図6)。

① 作業時間、人数等の記録

400 m²を塗布するのに、障害物の除去やドローンの組立から塗布終了まで140分で作業が行われた。1日の実作業時間を6時間とすると、1,000 m²の屋根を塗布することが可能であり、60頭規模の牛舎の屋根であれば1日で作業可能であることがわかった(図7)。

ドローンの操縦者からは前後の距離感覚がつかみにくいため、ドローンの折り返し地点で合図を出す補助者が必要となった。そのため、ドローン操縦者と合図マンとなる補助者、次の飛行のための塗料を希釈し、準備する者の合計3名が必要であることがわかった(図8)。

| | |
|------------------------------|---|
| 障害物を除く | 塗料 400m ² /1缶(13.5%) 推奨値と同等の量を塗布 ドローン10回離着 *ドローン塗布1回あたり使用塗料 1.35% (希釈塗料12%) |
| 塗料を希釈する ドローンで塗布する | |
| ④作業時間、人数等の記録 ⑤塗布による遮熱効果検証 | |

| 作業項目 | 作業時間(分) |
|--------------|---------|
| 障害物の除去 | 90 |
| ドローンの組立・エア抜き | |
| 塗料希釈・攪拌 | |
| 塗料充填・バッテリー交換 | |
| ドローン飛行 | 50 |
| 計 | 140 |

140分/400m²

1日の実作業時間を6時間とすると
1,000m²/日の塗布作業が可能
→60頭規模の牛舎を1日で作業可能

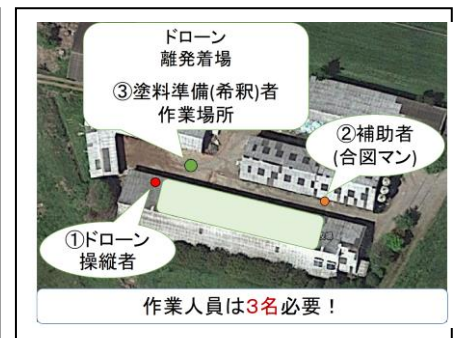


図6. ドローンによる塗布

図7. 作業時間

図8. 作業人数

【結果】

1) コスト検証

塗布資材の価格、作業時間や作業人数から出した人件費、償却費や高所作業車レンタル料等のその他の経費を積み上げると、400 m²あたり50,506円のコストとなった。m²あたり127円となり、慣行法の132円と同程度のコストで施工可能だった(図9)。

| D社による ドローンによる遮熱塗料塗布 経費(400m ² あたり) | | |
|---|---------|---|
| 項目 | 金額 | 摘要 |
| 遮熱塗料 | 33,880円 | レディヒート33,800円×1缶 |
| 人件費 | 12,240円 | オペレーター13,600円×3人×0.3日 |
| 償却費 | 286円 | ドローン300万円÷7年÷60万m ² ×400m ² |
| その他 | 4,100円 | 高所作業車レンタル料、メンテナンス費用、電気代、等 |
| 計 | 50,506円 | ／400m ² |

127円/m²

慣行法のコスト132円/m²・年と同程度のコストで
施工可能!

図9. ドローンによる遮熱

2) 塗布による遮熱効果検証

塗布から約1ヶ月後の屋根表と屋根裏の温度をサーモカメラで確認したところ、屋根表で4.1℃、屋根裏で6.8℃の差が認められ、慣行法の屋根裏の温度差と同等の効果が得られた(図10)。

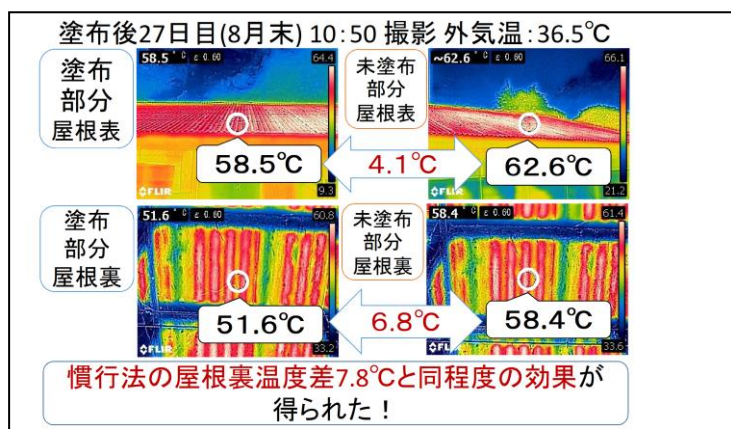


図10. 遮熱効果

【まとめ】

ドローンを活用した遮熱塗料塗布においても慣行法と同程度のコストで同程度の効果が得られた。また、屋根の補修、洗浄を省くため、屋根の上を移動する場所と回数が限定され、屋根の破損の可能性が低減した。このため、慣行法で老朽化したスレート屋根に塗料塗布しようとした場合に必要となる屋根の補修や補強が、ある程度不要になると考えられる。このことからドローンによる遮熱塗料塗布の技術普及が期待できるものと思われる。

【残された課題】

現状では、塗料塗布できるドローンの所有者、ドローンによる塗布作業を実施できる作業者が少ないことが課題であるが、技術を持った事業者がドローンによる塗布作業を受託することにより、スレート屋根の酪農畜舎が多い県内においても、本技術の普及が期待できる。

また、今回は標準濃度である 1:5 よりも薄い濃度で希釈せざるを得なかったが、今後はもっと高濃度で塗布できるノズルや、ドローン塗布に適した遮熱塗料の開発が待ち望まれる。より高濃度で塗布できれば希釈塗料の量が減り、作業効率が上がることで、より低コスト化につながる可能性がある。

今回、避雷針を支えるワイヤーを外したが、避雷針本体を取り除くことができなかつたため、その間が塗り残しとなった。ドローン飛行の障害となるものを取り除く必要があるが、取り除けないものがあつた場合にどうするかは課題として残つた。

【今後の展望】

屋根への遮熱塗料塗布以外でも、飼料作物の播種、施肥、防除などの場面でもドローンの活躍が見込まれている。実際に WCS の湛水直播やイタリアンの立毛間播種などの実証が管内でも始まっている。今後も、畜産においてドローンで可能な作業を検討し、省力化、低コスト化に繋げていきたい。